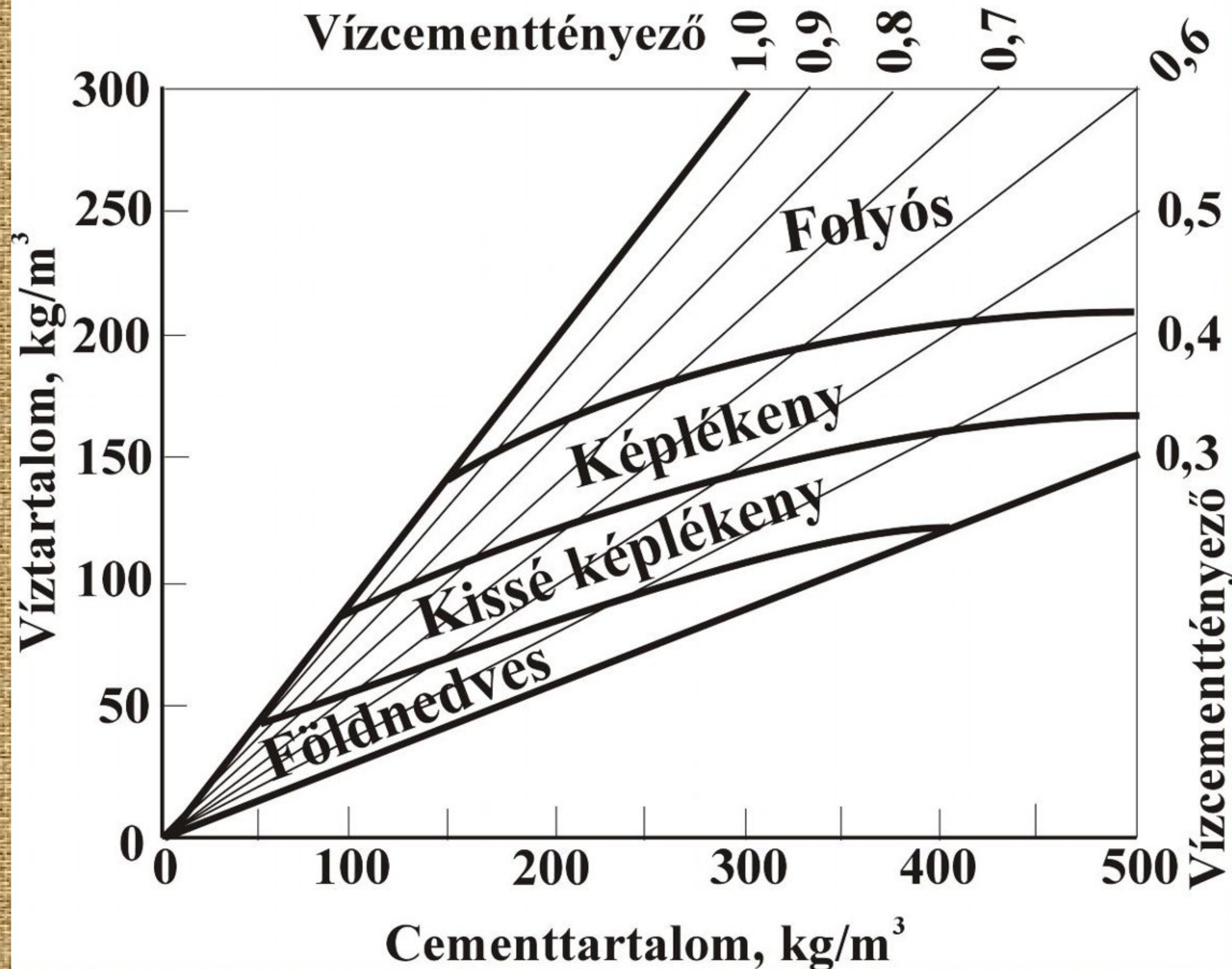
A BETON KONZISZTENCIÁJA



A konzisztencia a friss beton mozgékonyságának kifejezője, amely nem csak a bedolgozhatóságra, hanem a szilárd beton tulajdonságaira is hatással van. Gyakorlati fogalom, amelynek mérése egzakt módon körülményes, de szabványosított gyakorlati mérési módszerekkel jól kifejezhető. Az új európai betonszabvány az eddigi magyar betonszabványhoz képest megváltoztatta a konzisztencia osztályokat, és a mérési módszerekben is hozott bizonyos változásokat. A konzisztenciamérés hagyománya közel évszázados, de az öntömörödő beton újkori térhódításával új konzisztencia vizsgálati módszerek is megjelentek.

A beton-konzisztencia fizikai, a folyadékok viszkozitásával rokon betontechnológiai fogalom, amely a friss beton mozgással szembeni ellenállását, belső súrlódását, alaktartását fejezi ki. A beton konzisztenciája elsősorban a friss beton keverhetőségét, szállíthatóságát, bedolgozható-ságát, tömöríthetőségét, állékonyságát befolyásolja, de hatással van a beton cement- és vízigényére, kötési-szilárdulási folyamatára, zsugorodására, a megszilárdult beton szövetszerkezetére (struktúrájára), szilárdságára is. A friss beton konzisztenciáját a beton összetevőinek minősége és a keverék összetétele, mint például a víz-, cement-, adalékanyag- finomrész-tartalom befolyásolja.

A víz- és cementtartalom hatása a friss beton konzisztenciájára



Alig földnedves betonnal **nagytömegű, vasalatlan vagy gyengén vasalt szerkezetek, például hídpillérek, gátak, támfalak, útbetonok készítése esetén lehet dolgozni. Előnye a kis cement tartalom, kis hőfejlesztés, kis zsugorodási hajlam. Az ilyen beton nem szivattyúzható, a szállítóeszközből sokszor nehezen üríthető, tömörítéséhez nagyon erős vibrátor szükséges. Nem alkalmazható látszóbeton készítéséhez.**

Földnedves beton **vasalatlan és ritkán vasalt szerkezetek készítéséhez használható. Tömörítéséhez vibrátort kell használni (ezt a betont német nyelvterületen „Rüttelbeton”-nak azaz vibrált betonnak is nevezik). Nem alkalmazható látszóbeton készítéséhez.**

Kissé képlékeny betonból **minden vasalatlan és vasalt szerkezet elkészíthető, ha a vasalás nem különösen sűrű. Tömörítéséhez vibrátort kell használni. Szivattyúzható. Látszóbeton készítésére is alkalmas.**

Képlékeny betont **sűrűn vasalt szerkezetek készítéséhez lehet használni. Gyenge vibrálással is tömöríthető. Felhasználásával nagy kiterjedésű szerkezetek, mechanikai igénybevételeknek kitett betonok, látszóbetonok is készíthetők. Előnye a szivattyúzhatóság, könnyű bedolgozhatóság. Hátránya a nagy cementigény, a szétosztályozódási, zsugorodási, kivérzési hajlam.**

Folyós betonból **igen sűrűn vasalt, karcsú, nehezen hozzáférhető szerkezetek is készíthetők. A víz alatti betonozás anyaga. Tömöríteni alig, vagy nem szükséges. Előnye, hogy könnyen szivattyúzható, nehéz körülmények között is gyorsan beépíthető. Hátránya, hogy a folyós beton összetételét igen gondosan kell megtervezni és betartani. Zsugorodása jelentős.**

Önthető betonból **nagy kiterjedésű szerkezetek gyorsan, könnyen építhetők. Konzisztenciája annyira híg, hogy öntővályúban is eljuttatható a szerkezet minden részébe. Az önthető beton finom rész tartalma nagy, zsugorodása igen jelentős. Különleges fajtája az** ***önterülő vagy öntömörödő beton*****, amely az önterülő képességet nem a nagy vízadagolásnak, hanem a különleges összetételnek köszönheti, miáltal mentes az önthető beton egyébként hátrányos tulajdonságaitól.**

A visszavont MSZ 4719:1982 „Betonok” című magyar szabvány a földnedves (FN), kissé képlékeny (KK), képlékeny (K), folyós (F) megnevezésű (jelű) konzisztencia osztályokat ismerte és vizsgálati módszerként az MSZ 4714-3:1986 „A betonkeverék és a friss beton vizsgálata. A konzisztencia meghatározása” című szabvány eljárásait jelölte meg.

Konzisztencia mérőszám megnevezése	Beton (főképp kavicsbeton) konzisztencia osztályok jele, megnevezése és mérőszámainak határértékei az egykori nemzeti szabványok szerint					
	AFN Alig föld-nedves	FN Föld-nedves	KK Kissé képlékeny	K Képlékeny	F Folyós	Ö Önthető
	Érvénytelen MSZ 4714:1955	Visszavont MSZ 4714-3:1986				Érvénytelen MSZ 4714:1955
Roskadási mérték, mm		≤ 20	20 - 40	41 - 100	100 ≤	
Terülési mérték, cm		< 36	36 - 42	43 - 50	50 ≤	
Ejtőkengyeles átformálási ütésszám, db		≥ 100	100 - 51	50 - 16	15 - 8	8 ≥
VEBE-méteres átformálási vibrációs idő, s	≥ 50	50 - 21	20 - 8	7 - 3	2 ≥	
Glanville-féle tömörödési tényező	≤ 0,70	0,70 - 0,75	0,76 - 0,85	0,86 - 0,92	0,93 - 0,97	0,97 <
Humm-féle behatolási ütésszám, db	ha a $d_{max} = 16$ mm	20 - 16	15 - 6	5 - 3	2 - 1	
	ha a $d_{max} = 32$ mm	100 - 51	50 - 21	20 - 11	10 - 6	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	

Teljes képernyő bezárása

Konzisztencia mérőszám megnevezése	Beton (főképp kavicsbeton) konzisztencia osztályok jele, megnevezése és mérőszámainak határértékei az egykori nemzeti szabványok szerint					
	AFN Alig föld-nedves Érvénytelen MSZ 4714:1955	FN Föld-nedves	KK Kissé képlékeny	K Képlékeny	F Folyós	Ö Önthető Érvénytelen MSZ 4714:1955
		Visszavont MSZ 4714-3:1986				
Humm-féle **behatolási ütésszám, db**	ha a d_{max} = 16 mm	20 - 16	15 - 6	5 - 3	2 - 1	
	ha a d_{max} = 32 mm	100 - 51	50 - 21	20 - 11	10 - 6	
Graf-féle behatolás mértéke, cm	0 - 1	1 - 3	3 - 6	6 - 10	10 <	
Kanálpróba ütésszám, db	35 - 25	25- 15	15 - 5	5 - 2	2 - 0	
Walz-féle tömörítési mérték, átlag		1,35	1,20	1,10	1,05	
Hígítási tényező, átlag	0,85	1,00	1,15	1,25	1,35	1,45
A konzisztencia számjele a régi MSZ 4719:1958 szabványban, a cm-ben kifejezett roskadási mérték alapján						
	(0)	(1)	(3)	(10)	(15)	(20)

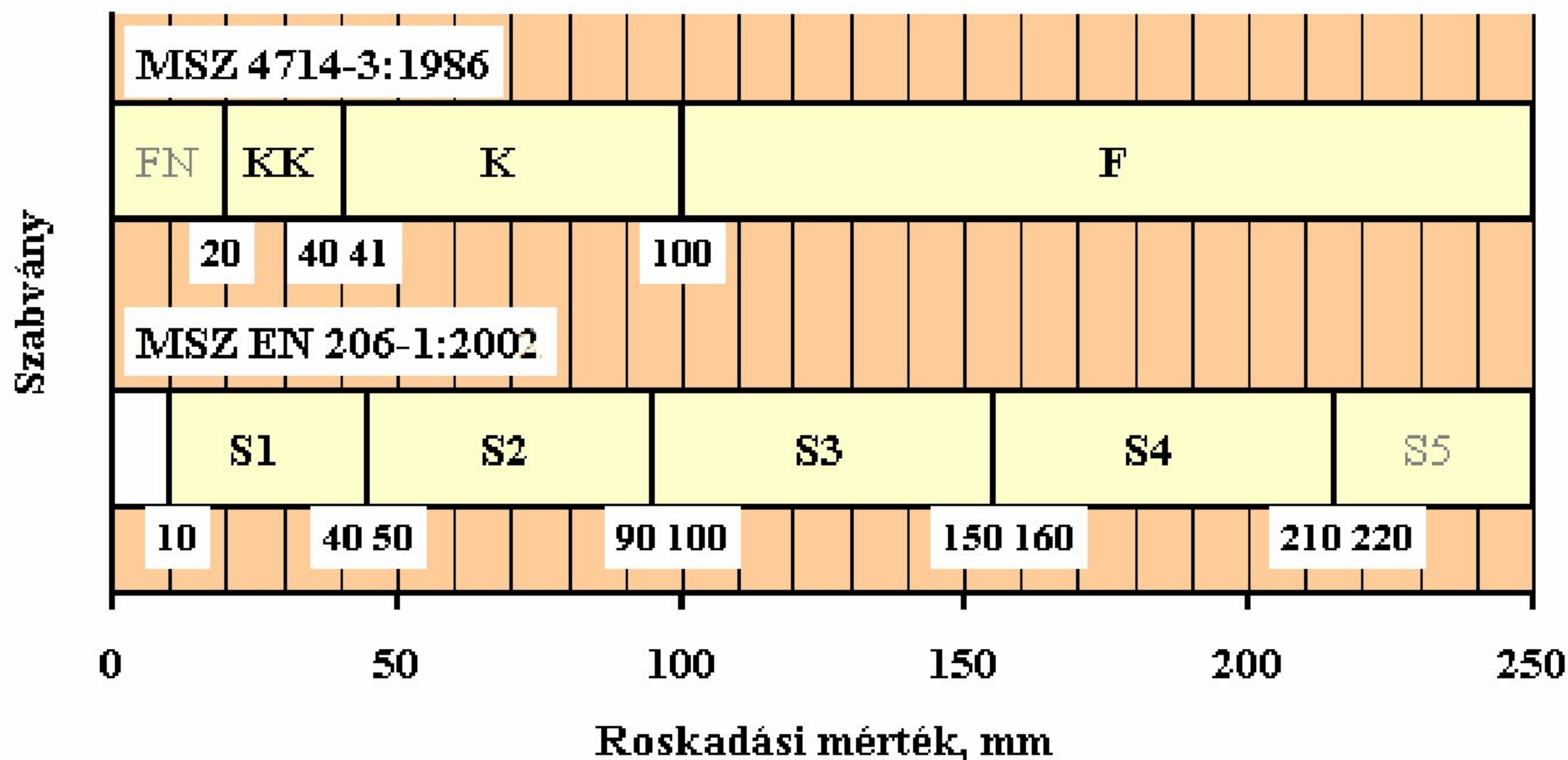
Teljes képernyő bezárása

Roskadási osztályok az MSZ EN 206-1:2002 szerint

Osztály	Roskadás *(Roskadási mérték)* mm
S1	10 - 40
S2	50 - 90
S3	100 - 150
S4	160 - 210
S5 [1)]	≥ 220

A roskadási mértéket az MSZ EN 12350-2:2000 szerint kell meghatározni.

1) A módszer e tartományban kevéssé érzékeny.


Roskadási mérték az MSZ 4714-3
és az MSZ EN 206-1 szabvány szerint
MSZ 4714-3:1986
FN
KK
K
F
20
40 41
100
MSZ EN 206-1:2002
S1
S2
S3
S4
S5
10
40 50
90 100
150 160
210 220
Szabvány
0
50
100
150
200
250
Roskadási mérték, mm





Roskadás mérés

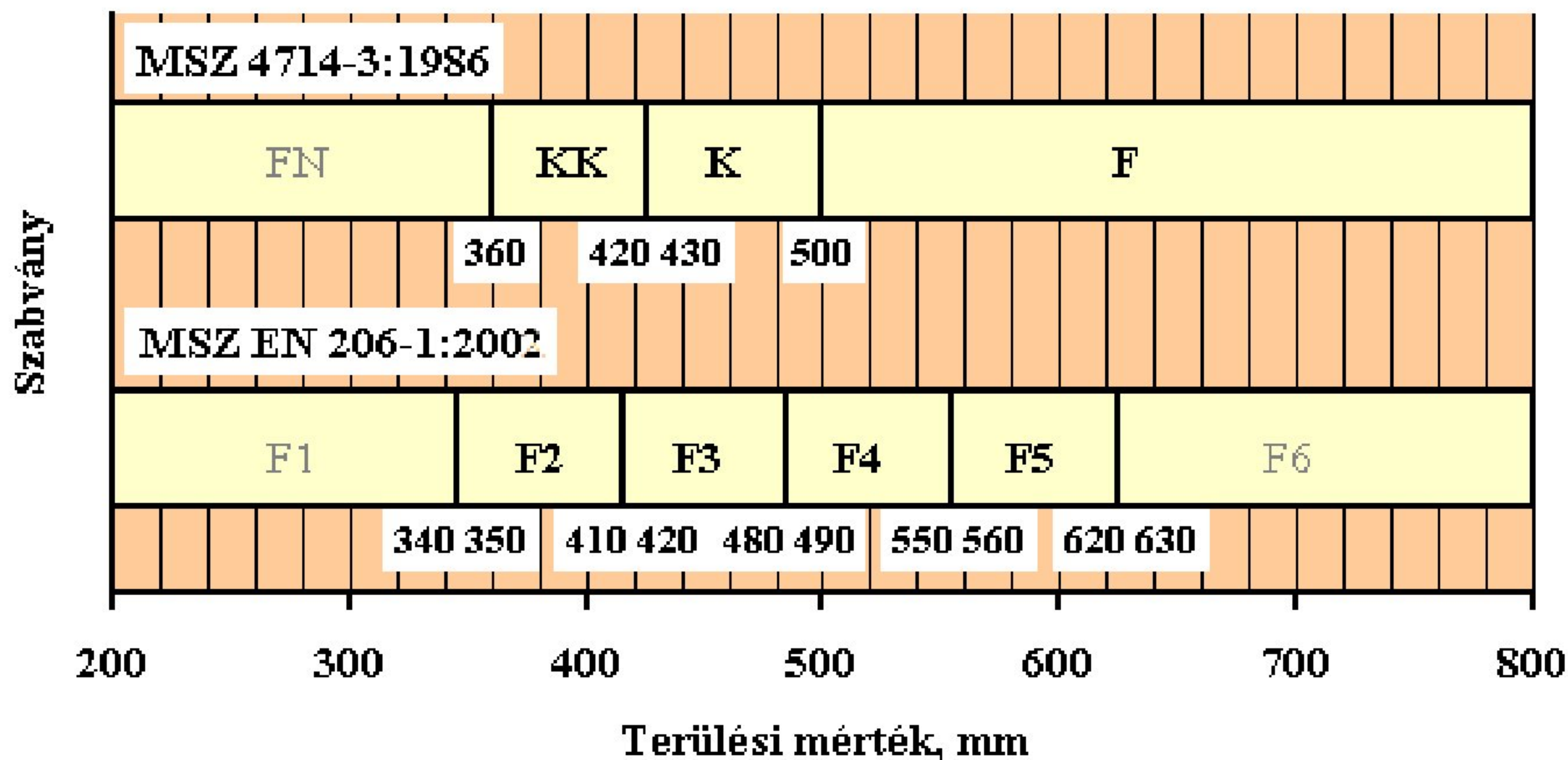
~~4x25~~ → 3x25

A roskadásmérés eszköze a roskadásmérő csonka-kúp forma, amelynek átmérője alul 200 mm, felül 100 mm és magassága 300 mm, térfogata 5498 cm^3. A szabványos roskadásmérő csonka-kúp formát *Abrams-féle kúpnak is nevezik*, és más konzisztencia vizsgálati módszerekhez, például a VEBE-méteres átformálás méréséhez is alkalmazzák.

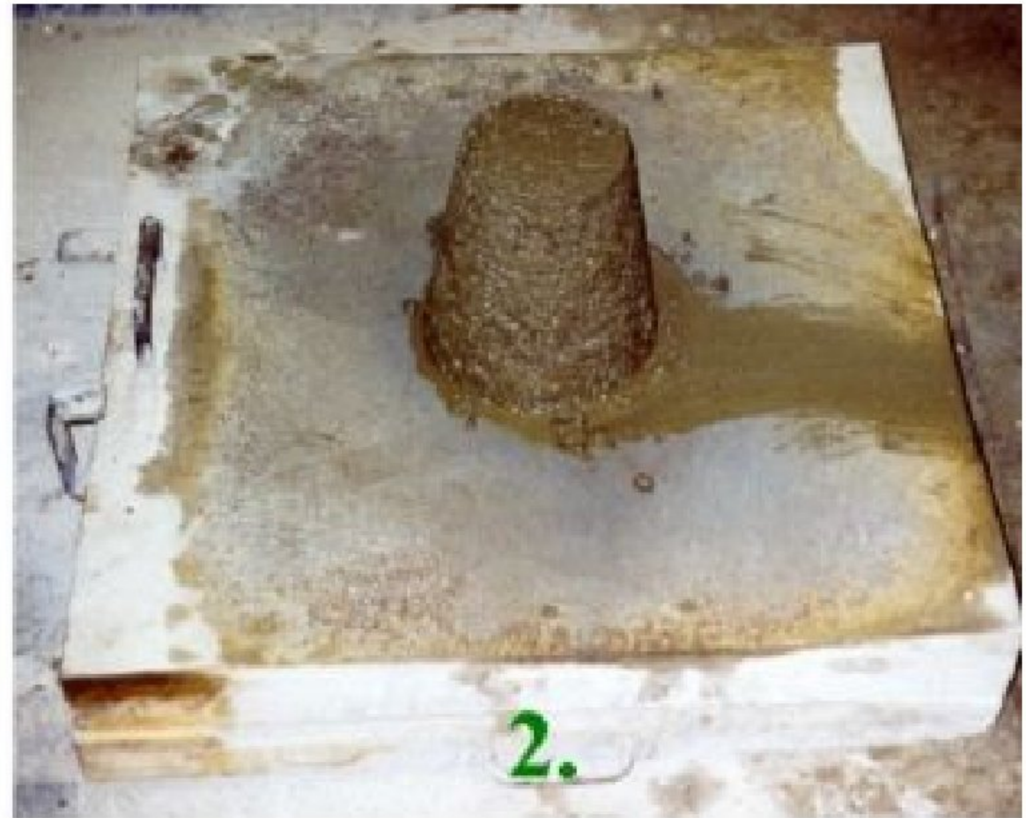
A visszavont MSZ 4714-3:1986 szabvány szerint a csonka-kúpot négy rétegben kellett megtölteni betonnal, és összesen 4·25=100 szúrással kellett5 tömöríteni, MSZ EN 12350-2:2000 szabvány szerint a csonka-kúpot három rétegben kell megtölteni betonnal, és összesen 3·25=75 szúrással kell tömöríteni.

Terülési osztályok az MSZ EN 206-1:2002 szerint

Osztály	Terülési átmérő *(Terülési mérték)* mm
F	≤ 340
F2	350 – 410
F3	420 – 480
F4	490 – 550
F5	560 – 620
F6	≥ 630
A terülési mértéket az MSZ EN 12350-5:2000 szerint kell meghatározni.	


Terülési mérték az MSZ 4714-3
és az MSZ EN 206-1 szabvány szerint
MSZ 4714-3:1986
FN
KK
K
F
360
420 430
500
MSZ EN 206-1:2002
F1
F2
F3
F4
F5
F6
340 350
410 420
480 490
550 560
620 630
200
300
400
500
600
700
800
Terülési mérték, mm
Szabvány







Terülés mérés

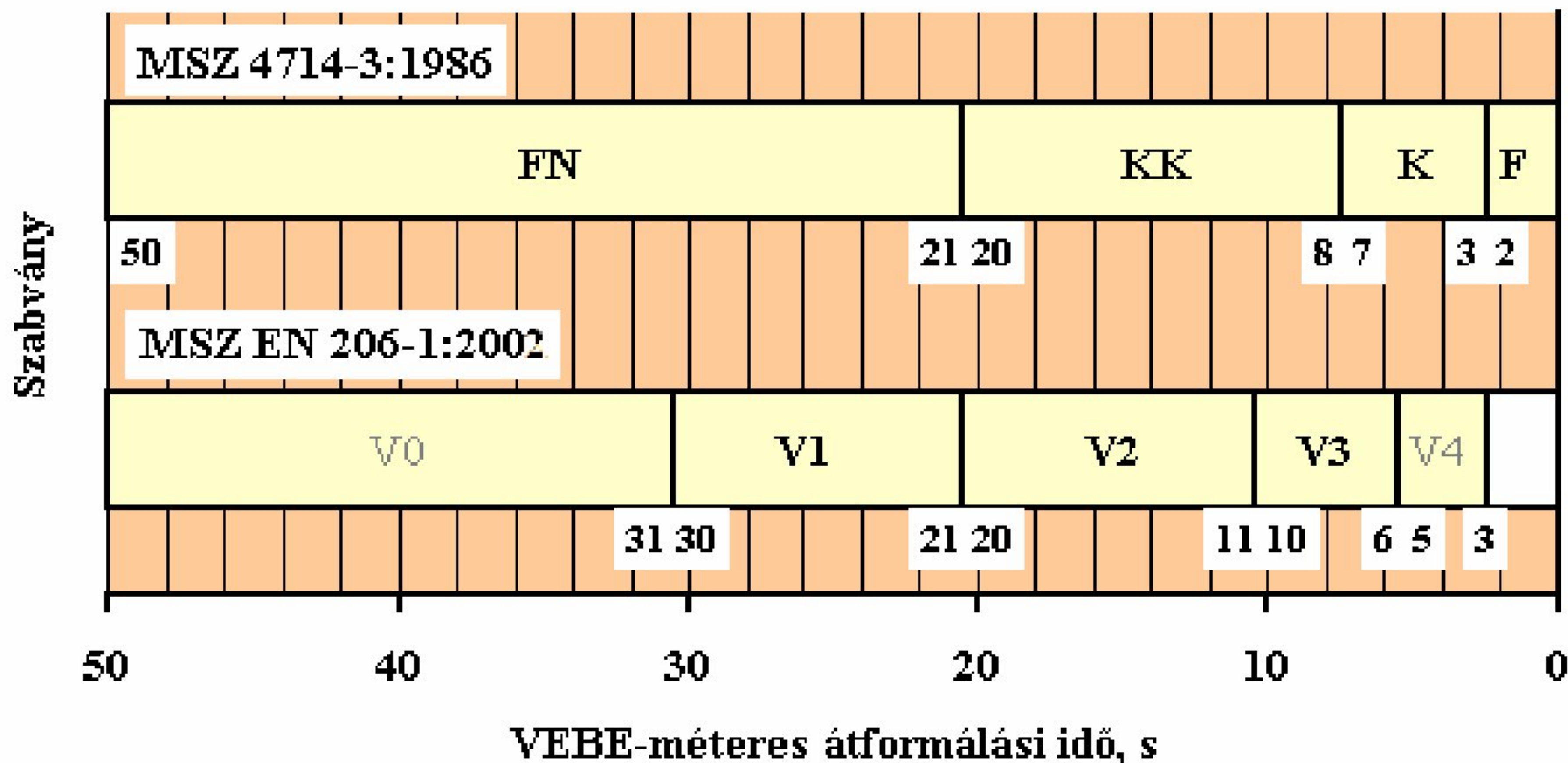
A területésmérés eszköze a területésmérő ejtőasztal és csonka-kúp forma. A területésmérő ejtőasztal lapmérete 700·700 mm, és az egyik oldalon 40 mm magasan megemelhető. A területésmérő csonka-kúp forma átmérője alul 200 mm, felül 130 mm és magassága 200 mm, térfogata 4341 cm^3. A roskadásmérő csonka-kúp ennél magasabb és nagyobb térfogatú.

Az ejtőasztalra helyezett terülésmérő csonkakúpot két egyenlő rétegben kell a betonkeverékkel megtölteni. Mind a két réteget a 40·40 mm keresztmetszetű farúddal, rétegenként 10 ütéssel kell tömöríteni. A kúpformát a bedolgozás után egy perccel óvatosan, függőlegesen le kell emelni a betonról. Az ejtőasztal lapjának csuklópántokkal szemközti oldalát fülénél fogva 15 s alatt 15-ször ütközésig (40 mm magasra) meg kell emelni és le kell ejteni. A szétterült beton két egymásra merőleges átmérőjét meg kell mérni, és ki kell számítani a két átmérő mm-ben megadott számtani átlagát.

VEBE osztályok az MSZ EN 206-1:2002 szerint

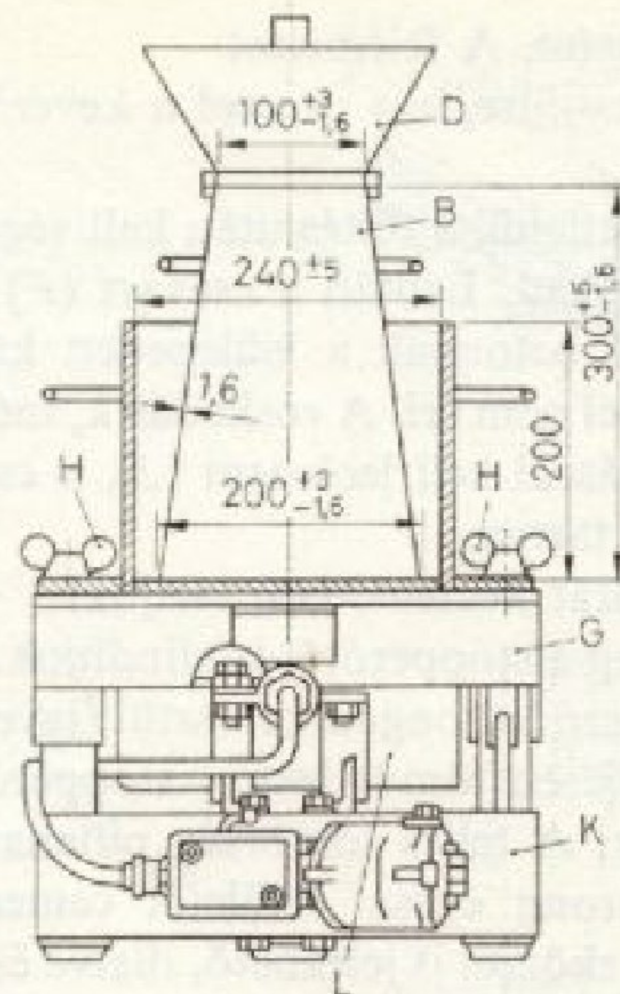
Osztály	Vebe-*méteres* *átformálási* idő, s
V0 1)	$\geq$ 31
V1	30 - 21
V2	20 - 11
V3	10 - 6
V4 1)	5 – 3

A Vebe-méteres átformálási időt az MSZ EN 12350-3:2000 szerint kell meghatározni.


VEBE-méteres átformálási idő az MSZ 4714-3
és az MSZ EN 206-1 szabvány szerint
MSZ 4714-3:1986
FN
KK
K
F
50
21 20
8 7
3 2
MSZ EN 206-1:2002
V0
V1
V2
V3
V4
31 30
21 20
11 10
6 5
3
Szabvány
50
40
30
20
10
0
VEBE-méteres átformálási idő, s









VEBE-méteres átformálási idő mérés

A VEBE-készülék rázóasztalon áll, és az *Abrams*-féle roskadásmérő csonka-kúp alakú friss beton hengerré formálásához szükséges vibrálási idő mérésére alkalmas. A berendezés a VEBE megnevezést a svéd *Victor Bährner* nevének kezdőbetűi után kapta, aki konzisztencia vizsgálati módszerét 1940-ben publikálta.

A VEBE-méteres átformálási idő vizsgálata tulajdonképpen a régi MSZ 4714-3:1986 szabvány szerinti *átformálási ütésszám*, az ún. *Powers*-féle konzisztencia vizsgálat módosított formája.



Az átformálási ütésszámot régen *Powers-foknak* nevezték.

Vizsgálati eszköze az ejtőkengyeles készülék, amelynek henger alakú mérőedénye ma 233,5 mm belső átmérőjű és ugyanilyen magas.

Tömörítési osztályok az MSZ EN 206-1:2002 szerint

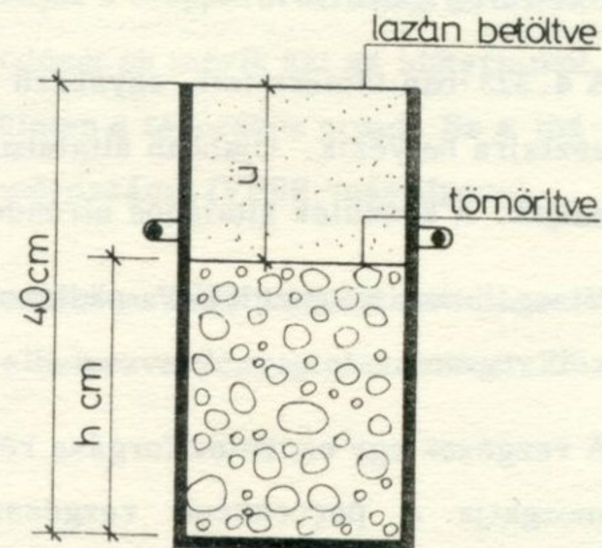
Osztály	A tömöríthetőség mértéke (Tömörítési mérték)
C0 [1]	≥ 1,46
C1	1,45 – 1,26
C2	1,25 – 1,11
C3	1,10 – 1,04
C4 [2]	< 1,04

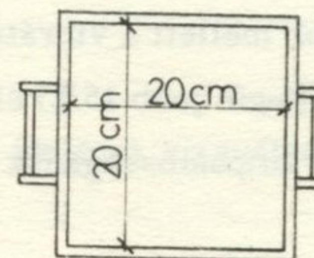
A tömörítési mértéket az MSZ EN 12350-4:2000 szerint kell meghatározni.

2) Csak könnyűbeton esetén szabad alkalmazni.



Weiss György:
Építőipari
Laboratóriumi
Méréstechnika
és Műszerismeret
III. kötet
ÉMI 28. sz. kiadványa
ÉTK Budapest, 1976.



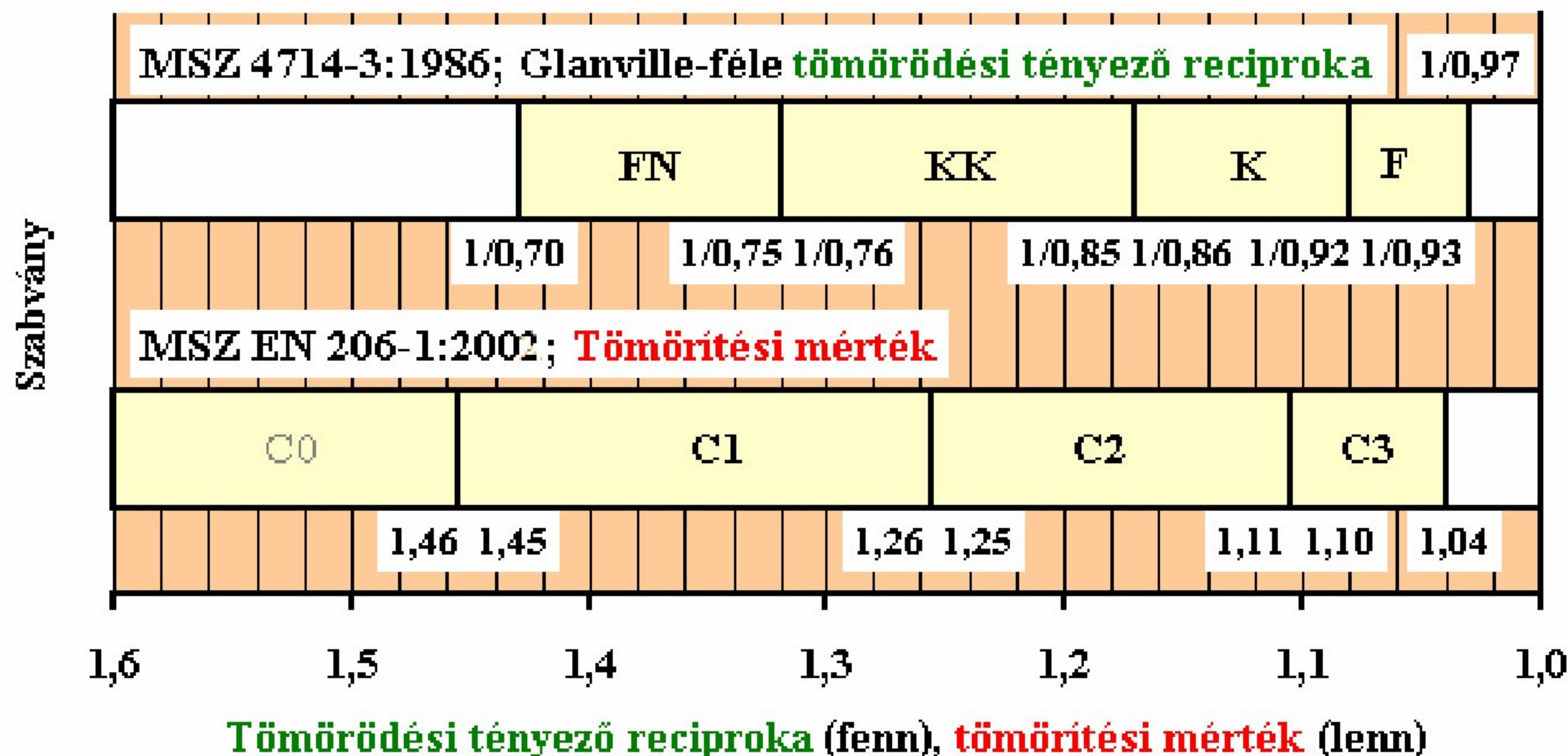


113. ábra
Walz készülék. DIN 1045

C0…C3 =
= tömörítési mérték =
= 400 mm / h mm > 1,0

Vizsgáló eszköz
a Walz-féle
tömörítés méréséhez

A *Walz-féle tömörítési mérték* közelítőleg egyenlő a visszavont MSZ 4714-3:1986 szabványban szereplő *Glanville-féle tömörödési tényező* reciprokával, ezért ez utóbbit a tömörítési és a tömörödési konzisztencia osztályok közvetett összehasonlítására használhatjuk.


Az MSZ 4714-3 szerinti Glanville-féle tömörödési tényező reciproka és az MSZ EN 206-1 szerinti tömörítési mérték
MSZ 4714-3:1986; Glanville-féle tömörödési tényező reciproka
1/0,97
FN
KK
K
F
1/0,70
1/0,75 1/0,76
1/0,85 1/0,86 1/0,92 1/0,93
MSZ EN 206-1:2002; Tömörítési mérték
C0
C1
C2
C3
1,46 1,45
1,26 1,25
1,11 1,10
1,04
1,6
1,5
1,4
1,3
1,2
1,1
1,0
Szabvány
Tömörödési tényező reciproka (fenn), tömörítési mérték (lenn)

Az MSZ EN 12350-4:2000 szerinti tömörítési mérték fogalmát a DIN 1048-1:1978 német szabványból *Walz*-féle tömörítési mértékként ismerjük. A vizsgáló eszköz 200·200 mm alapterületű, 400 mm magas fém edény, amelyet lazán meg kell tölteni betonnal, és le kell húzni. Ezután a betont vibroasztalon, vagy merülő vibrátorral tömöríteni kell. A tömörítési mérték a beton eredeti magasságának (400 mm) és mm pontosan megmért tömörítés utáni magasságának két tizedes pontossággal kiszámított hányadosa, mindig egynél nem kisebb szám.

A tömörítési mérték azt mutatja meg, hogy a laza állapotú beton térfogata a betömörített beton térfogatának hányszorosa.

Értékét betontervezéskor annak kiszámítására szoktuk használni, hogy a betonkeverőgép dobjában megkeverhető betonadag laza térfogata hányszorosa a betonadag betömörítés utáni térfogatának, illetve, hogy a laza betonadag tömege hányadrésze az ugyanolyan térfogatú betömörített beton tömegének.

(Például abból a képlékeny konzisztenciájú betonból, amelynek tömörítési mértéke 1,12 és testsűrűsége friss állapotban, betömörítés után 2400 kg/m^3 lesz, abból 800 liter hasznos térfogatú betonkeverő dobban 2400·0,8/1,12=1714 kg tömegű beton adag keverhető meg.)

A (*Walz*-féle) *tömörítési mértéket* nem szabad összetéveszteni a rokon hangzású (*Glanville*-féle) *tömörödési tényezővel*.

A Glanville-féle eljárás az európai szabványok szerint nem szabványos!

A *Glanville*-féle készülék hengerének űrtartalma 5 dm^3, felső csonkakúpja Ø260/Ø130·280 mm méretű.

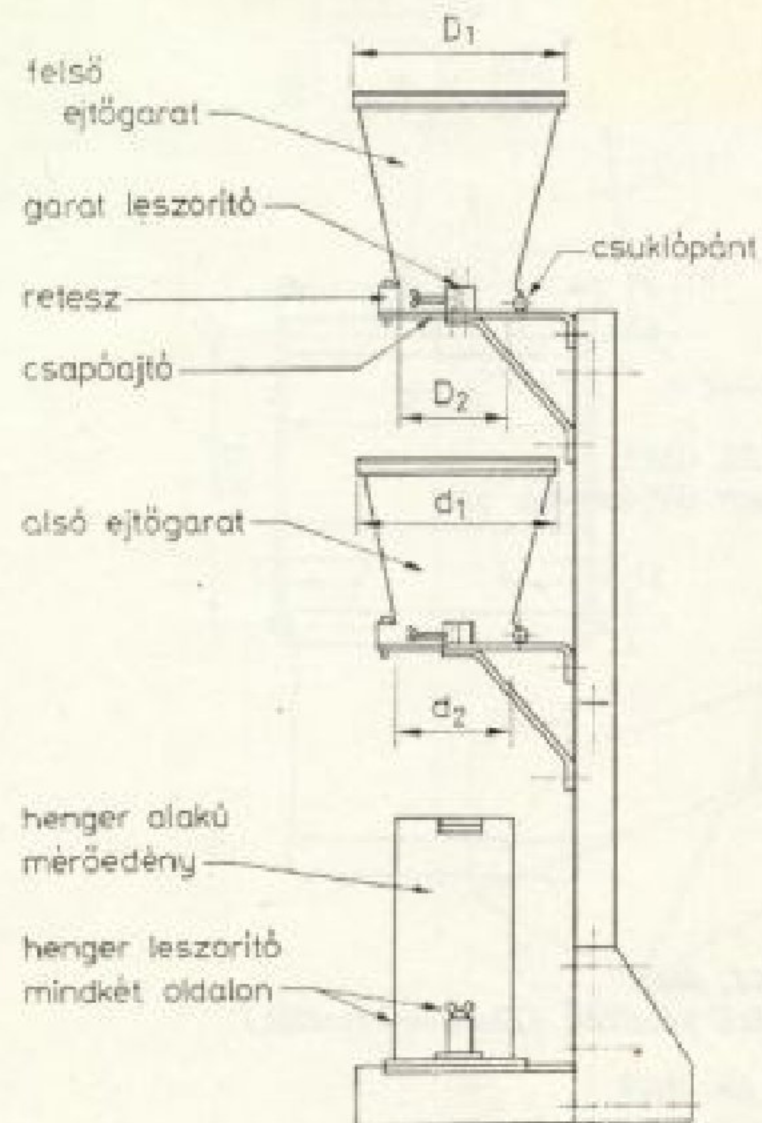
A betont lazán kell a felső kúpba helyezni, majd kinyitva a felső, azután az alsó kúp ajtaját, a beton szabad eséssel esik a hengerbe. Meg kell mérni a tömegét laza állapotban, majd kell határozni a hengerbe bevibrálható beton tömegét is.

A tömörödési tényező a hengerben lévő laza és a bevibrált friss beton testsűrűségének két tizedes pontossággal kiszámított hányadosa, mindig egynél nem nagyobb szám.



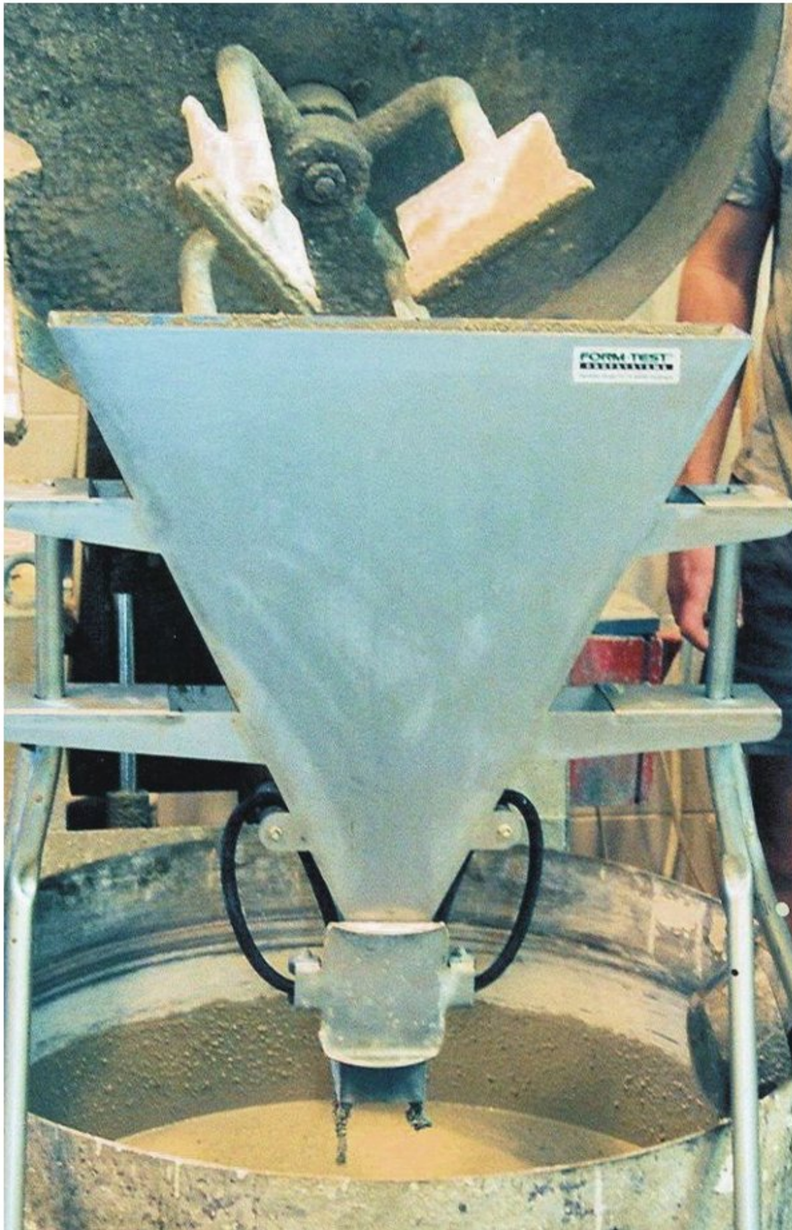
Vizsgáló eszköz a Glanville-féle <u>tömörödés</u> méréséhez

Palotás László - Balázs György:
Mérnöki szerkezetek anyagtana.
3. kötet
Akadémiai Kiadó, Budapest, 1980.



AZ ÖNTÖMÖRÖDŐ BETON KONZISZTENCIÁJÁNAK VIZSGÁLATA

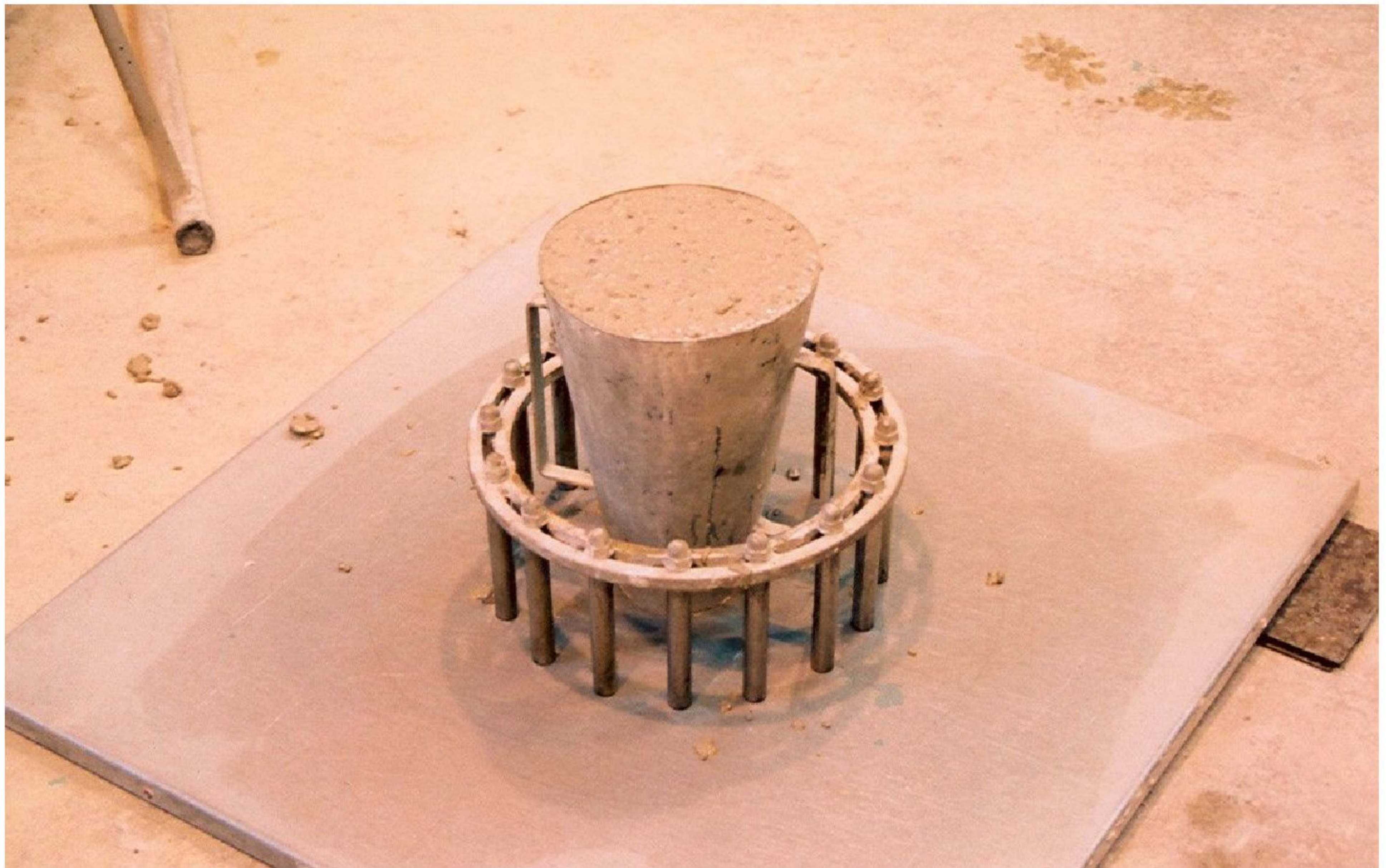
Az öntömörödő és egyben önterülő beton önthető konzisztenciájára és különleges összetételére tekintettel nem tárgya az MSZ EN 206-1:2004 szabványnak, a „DAfStb-Richtlinie Selbstverdichtender Beton", röviden „DAfStb-Richtlinie SVB" (Berlin, 2003) német műszaki irányelv szerint készíthető és vizsgálható. Az öntömörödő beton szétterülésének, ülepedésének és szétosztályozódási hajlamának vizsgálatára e műszaki irányelven kívül is dolgoztak ki különleges konzisztencia vizsgálati módszereket.



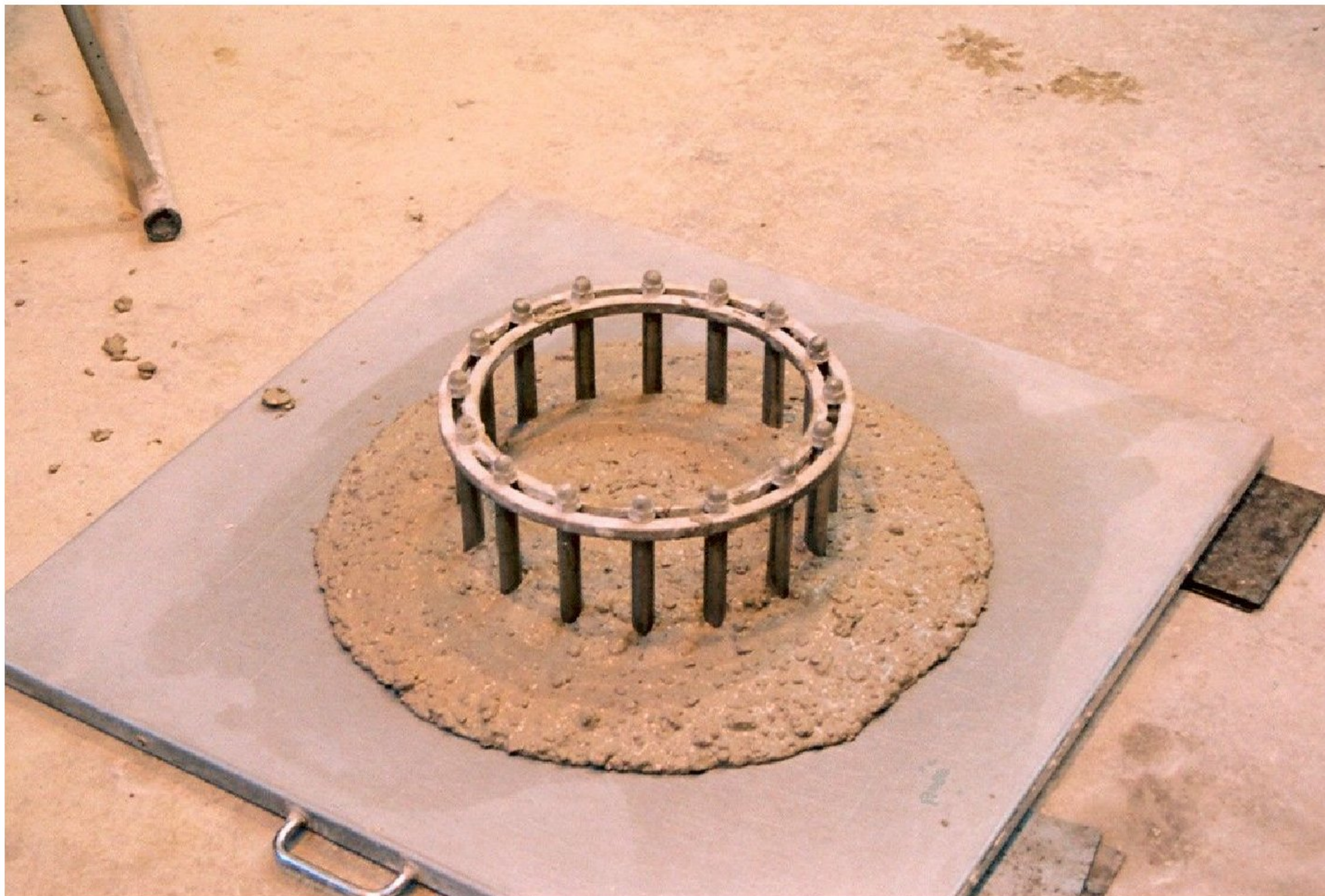
Kifolyási tölcsér a kifolyási idő mérésére

A kifolyási idő mérésére például trapéz oldalnézetű tölcsért is használnak. Felső nyílása 500-515 mm, alsó nyílása 75-65 mm, magassága 425-450 mm, kifolyó nyílása 150 mm magas, a mérőeszköz vastagsága 75 mm. A nyílást kinyitva, másodpercben kell a tölcséres kifolyási időt megmérni.

Olykor az öntömörödő beton konzisztenciáját a 10/(tölcséres kifolyási idő) formulával tölcséres kifolyási sebességként, 1/másodperc mértékegységben fejezik ki.



Blokkoló gyűrűs vizsgálat 1.

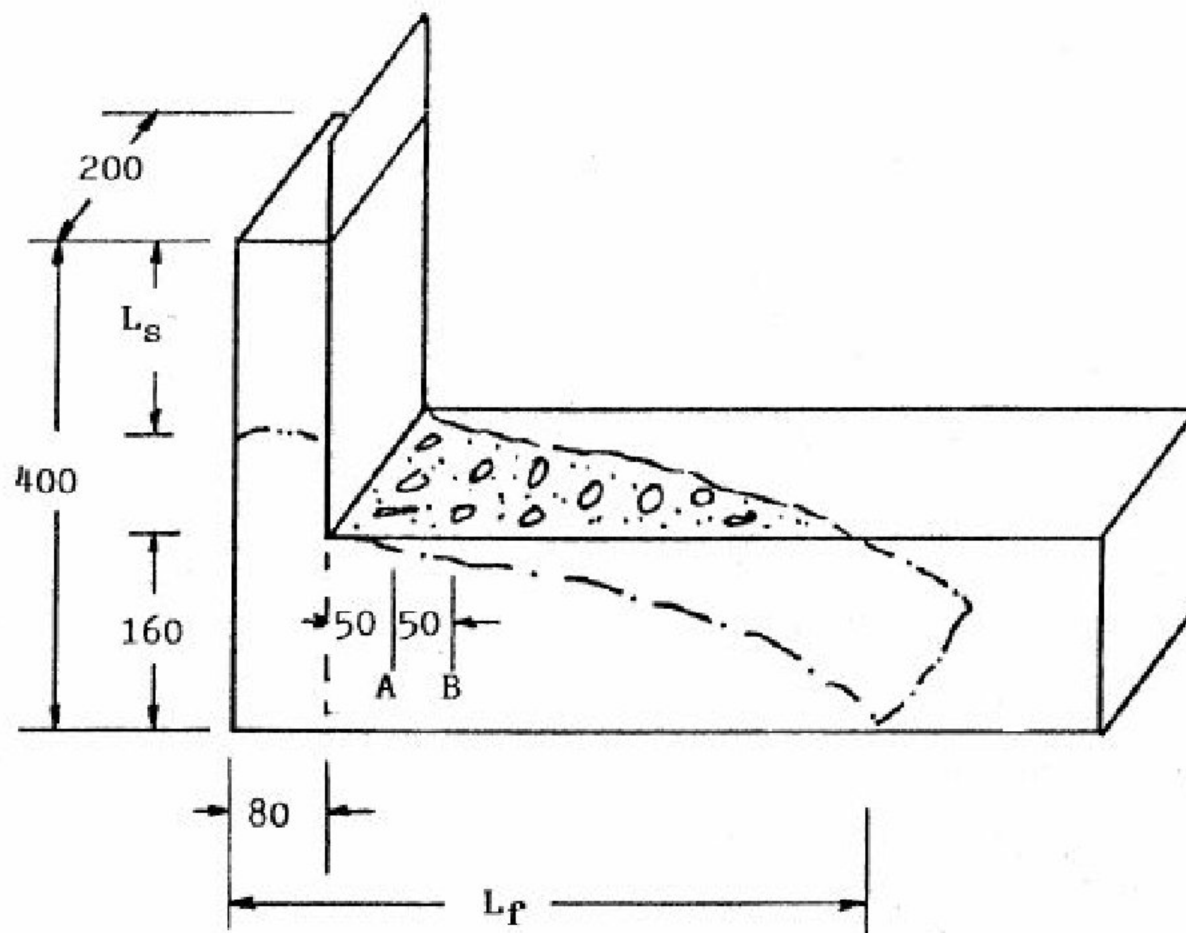


Blokkoló gyűrűs vizsgálat 2.

A blokkoló gyűrű átmérője 300 mm, a fogak száma 16, átmérőjük 18 mm, magasságuk 125 mm. A fordított roskadásmérő kúpot meg kell tölteni öntömörödő betonnal, majd a kúpot fel kell húzni.

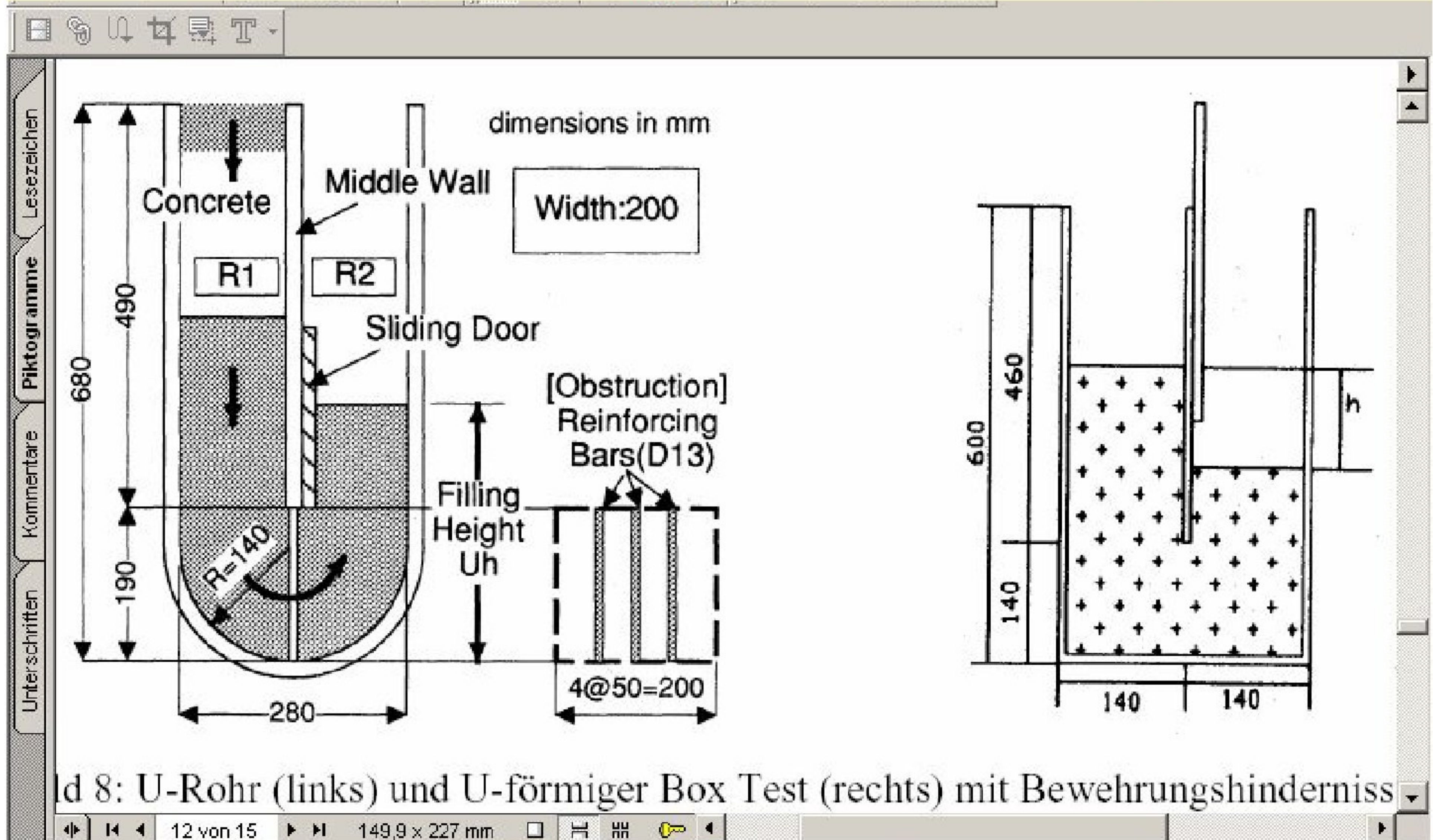
A szétterülő beton átfolyik a blokkoló gyűrűn. A blokkoló gyűrűs terülési mértéket a szétterülő friss beton két egymásra merőleges átmérőjének átlaga adja.

L-dobozos vizsgálat



Az L-doboz 200·80 mm keresztmetszetű függőleges szárát 400 mm magasságig megtöltjük a betonnal, amely az alul lévő, 160 mm magas retesz eltávolítása után a hidrosztatikus nyomás hatására, három 14 mm átmérőjű acélrúdból álló blokkoló rácson keresztül, a vízszintes vályúba folyik. Ezután meghatározzuk a függőleges szárban a beton magasságcsökkenését, a vízszintes vályúban a folyási távolságot, és azt az időt, amelyre a betonáramnak szüksége van a vízszintes vályúban kijelölt 50 mm-es távolság megtételéhez.

Blokkoló rácsos vizsgálat U-alakú edényekben



A blokkoló rácsos vizsgálat U-alakú, *cső* vagy *négyzet* keresztmetszetű edényének két szára egy retesz felhúzásával összenyitható. A nyílásba három, 13 mm átmérőjű acélpálcából álló blokkoló rács van elhelyezve. A *cső alakú* edény egyik szárát 680 mm magasságig, a *négyzet alakú* edényét 600 mm magasságig meg kell tölteni öntömörödő betonnal. A retesz felhúzása után a beton a blokkoló rácson keresztül átfolyik az edény másik szárába. A vizsgálat eredményét az edény két szárában lévő beton szintkülönbsége adja meg.

SZÁLERŐSÍTÉSŰ BETON KONZISZTENCIÁJÁNAK VIZSGÁLATA

Érdekes és indokolt, hogy az ASTM C 995:1991 USA szabvány a szálerősítésű, d_{max} ≤ 40 mm legnagyobb szemnagyságú, nem folyós betonok konzisztenciájának méréséhez kisebb nyílásával lefelé fordított, szabványos *Abrams*-féle kúpot alkalmaz. Az USA szabvány a szálerősítésű betonok konzisztenciáját a beton – a tölcsérszerűen elhelyezett *Abrams*-kúpból – vibrálás hatására való kifolyásának idejével jellemzi.

A fordított Abrams-féle roskadásmérő kúp elrendezése a szálerősítésű betonok konzisztenciájának UNE 83-503-88 és ASTM C 995-91 szabványok szerinti méréséhez

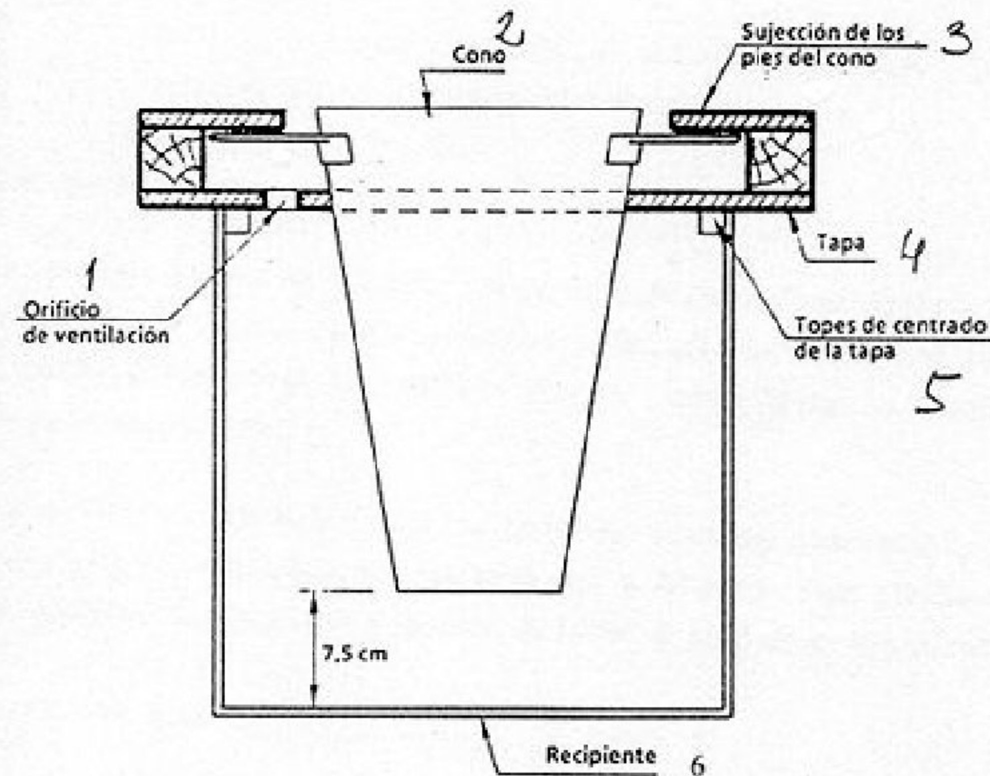


Fig. 1 – Sistema de colocación del cono invertido en el recipiente

1. ábra A fordított kúp felhelyezése az edényre

1. Szellőző nyílás
2. Abrams-féle kúp
3. A kúp talpainak rögzítése
4. Középen lyukas fedél
5. A fedél központosító csapja
6. Vödör


KÖSZÖNÖM SZÍVES FIGYELMÜKET...